Cómo Realizar su Investigación de Cobertura Terrestre y Biología

Las metas de la Investigación de Cobertura Terrestre y Biología tienen tres partes:

1. Tomar mediciones detalladas en lugares selectos dentro de todo el Sitio de Estudio GLOBE. Dichas mediciones son utilizadas por los científicos para estudiar el crecimiento de la vegetación y cambiar y verificar mapas que se elaboran partiendo de datos obtenidos por sensores remotos.
2. Hacer observaciones en muchas sub-áreas dentro de todo el Sitio de Estudio. Estas observaciones son utilizadas por científicos y también pueden ser utilizadas por usted para validar los mapas de cobertura terrestre generados en base a datos que han sido obtenidos por detección remota.
3. Crear un mapa de la cobertura terrestre de todo su área de estudio. Este mapa se empleará para aprender más acerca de su entorno por medio de observaciones y mediciones en selectos sitios de muestreo. Al terminar esta investigación, usted sabrá bastante respecto al ambiente que rodea a su colegio y estará en capacidad de hacer un seguimiento de los cambios a medida que éstos se suscitan.

Sitios de Estudio para la Investigación

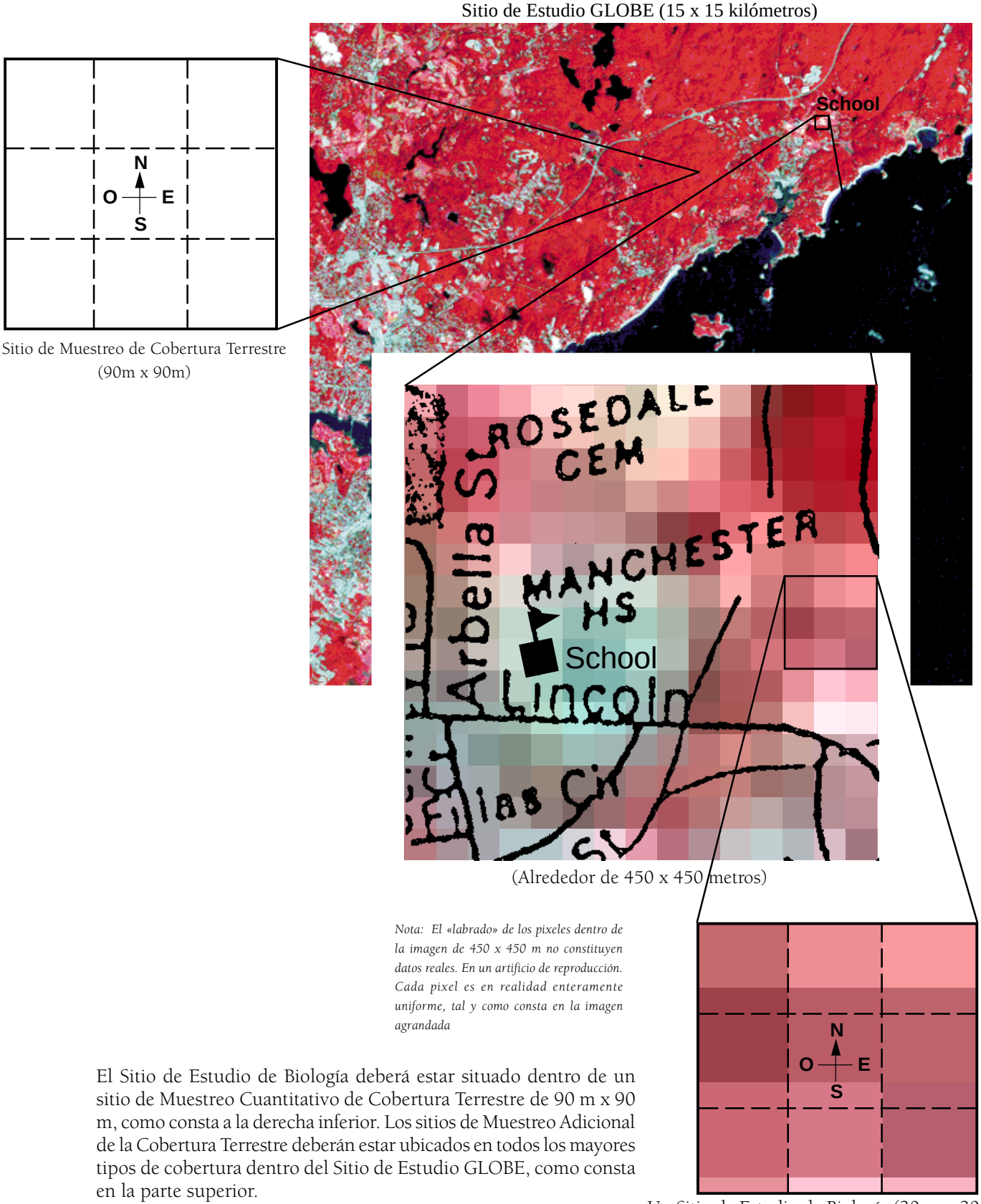
La Investigación de Cobertura Terrestre y Biología precisa de dos diferentes tipos de sitios de estudio. El primero se denomina el Sitio de Estudio GLOBE, que es una superficie de 15 km x 15 km con su establecimiento educativo cerca del centro y para el cual se le proveen a usted imágenes por satélite por parte de GLOBE. Al cumplir con los protocolos y actividades de aprendizaje asociadas con esta investigación, usted y sus estudiantes se familiarizarán íntimamente con esta parte de nuestro entorno global. Juntos, ustedes crearán un mapa de la cobertura terrestre de toda el área, harán observaciones acerca de muchas sub-áreas, y tomarán mediciones detalladas en algunas de estas áreas.

Dentro de este Sitio de Estudio GLOBE, es importante que seleccione sitios de terreno apropiados (denominados Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre) para llevar a cabo mediciones y observaciones detalladas. Véase la Figura CT-P-1. Desde un punto de vista instructivo, la meta de estos Sitios de Muestreo de la Cobertura Terrestre será otorgar a sus estudiantes un sentido de las dimensiones físicas de los *pixeles* (elementos de fotografía) de las imágenes del Mapeador Temático del satélite Landsat, así como proporcionar un sitio idóneo y conveniente para las actividades de clasificación y medición dentro del Sitio de Estudio GLOBE. Para fines científicos, una serie de observaciones en el terreno que se describen más adelante en esta sección, necesitan ser hechas en sitios de muestreo seleccionados, los cuales son tanto representativos de tipos mayores de cobertura terrestre, dentro de su área de estudio de 15 km x 15 km, como lo suficientemente grande como para que puedan ser localizados confiablemente por las imágenes de satélite.

Los Sitios de Muestreo de la Cobertura Terrestre constituyen áreas de cobertura terrestre homogénea de un tamaño de por lo menos 90 m x 90 m. Si la zona homogénea es mayor a 90 m x 90 m, entonces el sitio de muestreo se localiza hacia el centro del área. Véase la Figura CT-P-3. Es necesario contar con una superficie de 90 m x 90 m para poder ubicarla exactamente en la tierra y en las imágenes por satélite. Esta zona es equivalente a 9 pixeles satelitales del Mapeador Temático (Thematic Mapper) del Landsat (MT) (un cuadrado de 3 pixeles por 3 pixeles). Véase la sección sobre *Detección Remota* de la *Guía de Implementación*.

Existen dos tipos de Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre: Cualitativos y Cuantitativos. La latitud, la longitud y la elevación de todos los Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre deben determinarse empleando un receptor del sistema de Posicionamiento Global GPS (*Global Positioning System)*; la cobertura terrestre debe ser clasificada mediante la utilización del sistema de Clasificación Modificada de la UNESCO (MUC), mientras que la cobertura terrestre debe ser documentada mediante fotografías tomadas desde la mitad del sitio. Los datos para los Sitios de Muestreo Cualitativo de la Cobertura Terrestre son más fáciles de obtener y precisan únicamente de estas observaciones. Los Sitios de Muestreo Cuantitativo de la Cobertura Terrestre requieren mediciones detalladas de la vegetación del lugar y son posibles solo para ciertos tipos de cobertura terrestre. Los Sitios de Muestreo Cualitativo y Cuantitativo de Cobertura Terrestre se visitan una sola vez. Sin embargo, dentro de por lo menos un Sitio de Muestreo Cuantitativo de Cobertura Terrestre, cada colegio debe establecer un Sitio de Estudio de Biología permanente. Dicho sitio

Figura CT-P-1: Sitios de Cobertura Terrestre, Beverly, Massachussetts, Estados Unidos, como un Ejemplo



Nota: El «labrado» de los pixeles dentro de la imagen de 450 x 450 m no constituyen datos reales. En un artificio de reproducción. Cada pixel es en realidad enteramente uniforme, tal y como consta en la imagen agrandada

El Sitio de Estudio de Biología deberá estar situado dentro de un sitio de Muestreo Cuantitativo de Cobertura Terrestre de 90 m x 90 m, como consta a la derecha inferior. Los sitios de Muestreo Adicional de la Cobertura Terrestre deberán estar ubicados en todos los mayores tipos de cobertura dentro del Sitio de Estudio GLOBE, como consta en la parte superior.

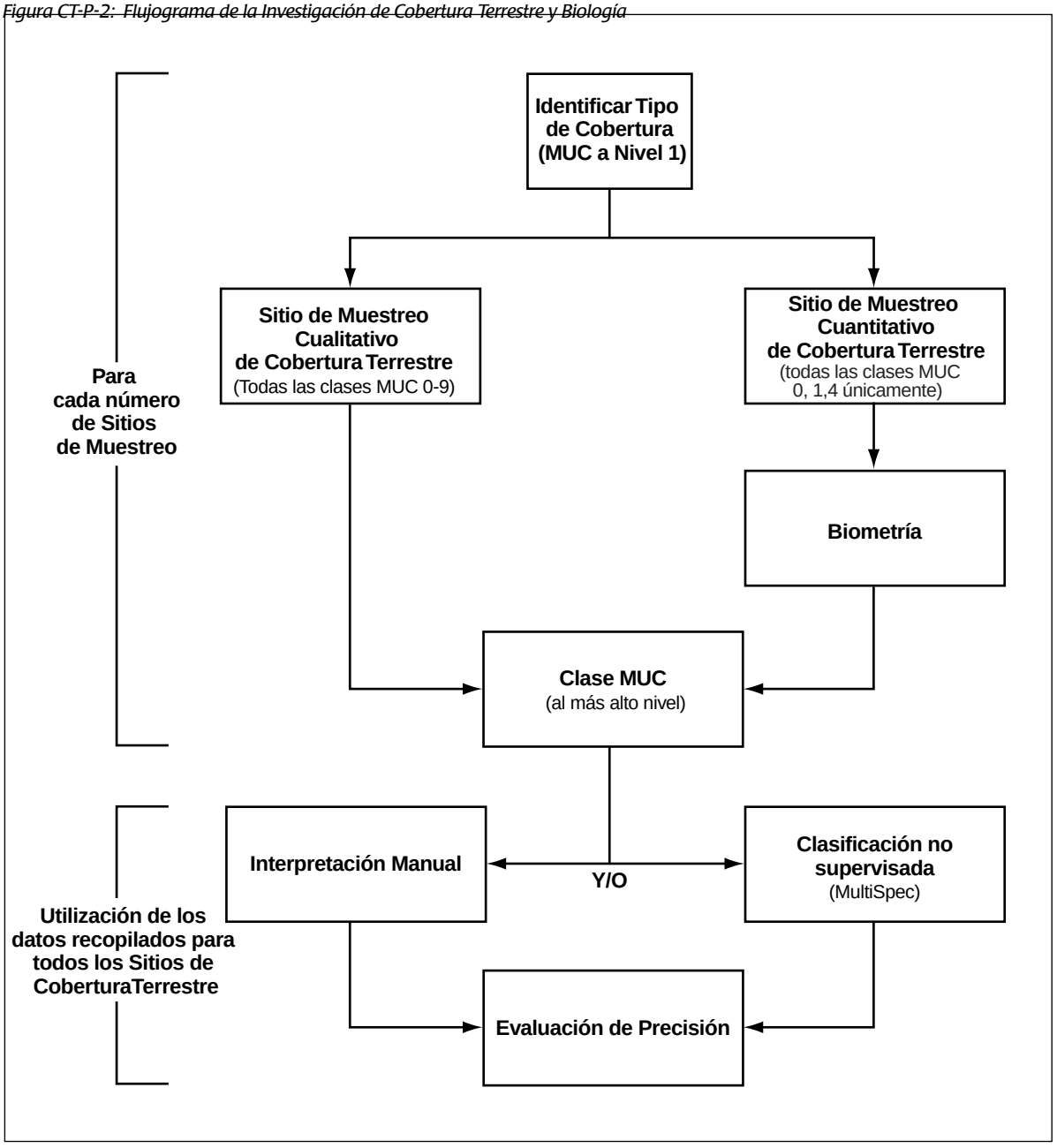
se utiliza para obtener datos periódicos y a largo plazo relacionados con el crecimiento de vegetación. El Sitio de Estudio de Biología deberá estar ubicado en el centro del Sitio de Muestreo Cuantitativo de Cobertura Terrestre. Unicamente zonas homogéneas de Bosque, zonas forestadas o de vegetación Herbácea pueden constituirse en Sitios de Muestreo Cuantitativo de Cobertura Terrestre. Usted aprenderá más sobre esto en la próxima sección en el *Protocolo del Sistema MUC*.

El flujograma siguiente (Figura CT-P-2) presenta los pasos que deberán adoptarse para completar la Investigación de Biología y de Cobertura Terrestre. El primer paso es identificar el tipo general de Cobertura Terrestre. Todos los demás pasos incluidos en este diagrama corresponden a protocolos.

Identificar el Tipo General de Cobertura Terrestre

La caracterización de los Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre de GLOBE puede seguir su curso únicamente dentro del contexto de un sistema específico de clasificación de cobertura. El sistema empleado por GLOBE corresponde al Sistema de Clasificación Modificada de la UNESCO (MUC). Este sistema constituye una herramienta para posibilitar la clasificación de cada cobertura terrestre de la Tierra dentro de una clase única. Cada clase o clasificación MUC constituye un tipo determinado de Cobertura Terrestre, con un nombre y un número de identificación, un código MUC.

Figura CT-P-2: Flujograma de la Investigación de Cobertura Terrestre y Biología



Respecto al Sistema MUC

El Programa GLOBE emplea el MUC, un sistema de clasificación ecológica que sigue los estándares internacionales y terminología ecológica para la identificación de tipos específicos de cobertura terrestre. Al utilizar un sistema de clasificación internacional standard, todos los datos GLOBE pueden recopilarse dentro de un mismo juego de datos regionales o globales correspondientes a la cobertura terrestre. Así, los datos tomados en el terreno pueden recopilarse y utilizarse para validar los datos detectados por sensores remotos, sujetándose a los mismos protocolos científicos a nivel mundial. Este sistema de clasificación permite que los participantes de GLOBE describan exactamente el tipo de cobertura terrestre que existe en cualquier punto de la Tierra, utilizando para ello criterios idénticos a los de los demás participantes de GLOBE.

Existen dos componentes dentro del sistema MUC. El primero es una sinopsis del sistema de clasificación, que contiene la lista jerárquica de etiquetas para cada clase. La segunda parte constituye el glosario, con reglas y definiciones. Antes de clasificar cualquier tipo de cobertura terrestre, es esencial verificar *siempre* la definición de la clase particular de cobertura terrestre que usted crea que es apropiada. Aún cuando usted piense que sabe lo que es un bosque, deberá verificar la definición para confirmar que su Sitio es, en realidad, un bosque y no una zona arbórea.

MUC tiene una estructura jerárquica, o árbol, con diez clases de nivel 1. Estas clases son muy generales y fácilmente identificables. Usted deberá elegir una clase MUC única para identificar el tipo de cobertura terrestre que existe en cada nivel MUC, comenzando por el nivel 1. Dentro de cada clase del nivel 1 existen de dos a seis clases de niveles 2 más detallados. Las clases de nivel 2 son todavía muy generales y fácilmente discernibles. Los niveles 3 y 4 constituyen comunidades o asociaciones vegetativas más específicas. La estructura jerárquica del sistema MUC simplifica el proceso de clasificación. En cada nivel sus elecciones se restringen a únicamente aquellas clases que caben dentro de una misma clase que usted haya elegido en el nivel previo. Así, mientras todo el sistema de clasificación MUC tiene 150 clasificaciones o más clases, en cada paso su selección se debate típicamente solo entre tres a cinco tipos de cobertura terrestre.

A fin de llevar a cabo la Investigación de Cobertura Terrestre y Biología, es necesario identificar primero la clase MUC al nivel 1 para Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre. Cada clase del nivel 1 es general y puede identificarse mediante una estimación visual del porcentaje del terreno cubierto por la cobertura terrestre presente en el sitio de la muestra. La Tabla CT-P-1 exhibe las 10 clases de niveles 1 dentro del MUC. Todas las clases MUC de nivel 1 están determinadas por el porcentaje del total de zona cubierta por la muestra, según el tipo dominante de cobertura terrestre.

Identificación de la Clase MUC Nivel 1

1. Elija una zona de cobertura terrestre homogénea como su Sitio de Muestreo para Cobertura Terrestre.
2. Visualmente haga un cálculo del porcentaje de terreno cubierto por la cobertura terrestre dominante.
3. Revise las definiciones de la clase MUC incluida en el nivel 1, para cerciorarse de que los estudiantes comprenden bien el concepto.
4. Proceda con los pasos Cómo Clasificar los Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre hasta el nivel 1 de MUC que consta en el *Protocolo del Sistema MUC*.

Tabla CT-P-1: Clases de Cobertura Terrestre del Nivel 1 del MUC

Código MUC	Clases Bajo el Nivel 1 del MUC	Cobertura Requerida
0	Bosque	>40% Arboles, 5 metros de alto, copas entrelazadas
1	Zonas Forestadas	>40% Arboles, 5 metros de alto, copas no entrelazadas
2	Arbustiva	>40% Arbustos, 0,5 a 5 metros de alto
3	Arbustiva Enana	>40% Arbustos, menos de 0,5 metros de alto
4	Vegetación Herbácea	>60% plantas herbáceas, pastos y plantas de hoja ancha (maleza)
5	Yermos	<40% de cobertura vegetal
6	Planicies Húmedas	>40% cubierta vegetal, incluye fangales, ciénegas, pantanos y marismas
7	Aguas Abiertas	>60% aguas abiertas
8	Tierra Cultivada	>60% especies cultivadas no-nativas
9	Urbanas	<40% de tierras urbanas (edificios, superficies pavimentadas)

Una vez que haya establecido la clasificación MUC bajo el nivel 1 de un Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre, está listo para proceder con uno de los Protocolos del Sitio de Muestreo de Cobertura Terrestre. Si este corresponde a un bosque o zona arbórea, o está cubierta por vegetación herbácea (es decir clases de cobertura terrestre ente 0, 1 ó 4 bajo el nivel 1 de MUC) los estudiantes podrán tomar las medidas biométricas descritas en el Sitio de Muestreo Cuantitativo de la Cobertura Terrestre y los *Protocolos de Biometría.* En otras áreas, GLOBE no cuenta en la actualidad con protocolos para biometrías o demás evaluaciones cuantitativas detalladas de la cobertura terrestre. Para estos sitios, los estudiantes deberán adoptar las mediciones que se contemplan en el *Protocolo de Sitio de Muestreo Cualitativo de Cobertura Terrestre*. En algunos casos usted podría decidir utilizar un sitio en particular como uno de muestreo cualitativo y no tomar mediciones biométricas aunque la clase MUC de nivel 1 del sitio permita a este ser uno de muestreo cuantitativo.

Establecimiento de los Diferentes Tipos de Sitios

En general, los colegios GLOBE solo establecen uno de sus Sitios de Muestreo Cuantitativo de Cobertura Terrestre como un Sitio de Estudio de Biología permanente, pero establecer más de un sitio es permisible. Con el transcurso del tiempo, la meta contempla establecer uno o más Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre en cada uno de los principales tipos de cobertura terrestre identificados dentro de su Sitio de Estudio GLOBE de 15 km x 15 km. Comience con los tipos más comunes de cobertura y continúe añadiendo sitios de muestreo hasta que los haya ubicado en la mayor cantidad de tipos de cobertura terrestre como le sea posible. Cuando su colegio obtenga el instrumento GPS, mida y registre el punto central de la longitud, la latitud y la elevación de todos los Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre que haya identificado hasta ese momento.

Los sitios adicionales de Muestreo de Cobertura Terrestre son importantes para verificar la precisión de los mapas de cobertura terrestre, que son el objetivo científico clave de GLOBE. Sin embargo, se reconoce que habrá necesidad de contar con tiempo, quizás algunos años consecutivos, hasta que se acumule una serie de sitios de muestreo que sean representativos de cada tipo importante de cubierta dentro de su Sitio de Estudio GLOBE. Usted podría asignar un tipo de cobertura a cada una de varias clases, de modo que no haya dos clases que funcionen dentro del mismo tipo de cobertura y así se obtiene mucha información.

Sitios de Muestreo Cualitativo y Cuantitativo de Cobertura Terrestre y su Uso en el Mapeo de Cobertura Terrestre

Existen dos tipos de datos de cobertura terrestre recopilados bajo los protocolos GLOBE: *cuantitativos* y *cualitativos*. Hay también dos propósitos por los cuales usted empleará dichos datos: (1) ayudar a nominar (poner un descriptor) a su mapa de cobertura terrestre (capacitación), y (2) validar (evaluar la precisión) de su mapa de clasificación de cobertura terrestre (validación). Ambos constituyen componentes críticos de cualquier proyecto cartográfico que emplee datos obtenidos por detección remota y son análogos a las formas en que los científicos y otros utilizarán sus datos.

Tanto los datos de capacitación como los de validación se recopilan para sitios de 90 m x 90 m, usualmente dentro de su Sitio de Estudio GLOBE de 15 km x 15 km. Estos Sitios se denominan *Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre* y deben caber dentro de zonas de cobertura terrestre homogénea. Véase Figura CT-P-3. Para fines de esta investigación, una zona de cobertura terrestre homogénea significa que todo el sitio es representativo de una de las clases específicas de cobertura terrestre que se define dentro del *Protocolo del Sistema MUC*.

Figura CT-P-3: Sitio de Cobertura Terrestre Homogénea

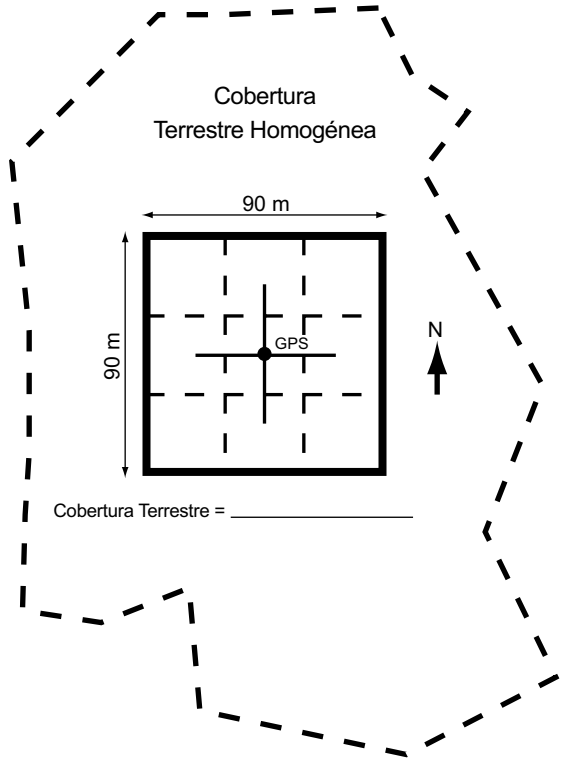


Tabla CT-P-2: Los Usos de Datos Cualitativos y Cuantitativos en el Mapeo de Cobertura Terrestre

Propósito de los Datos	Tipo de Datos: Sitios de Muestreo Cualitativo de Cobertura Terrestre	Tipo de Datos: Sitios de Muestreo Cuantitativo de Cobertura Terrestre
Datos de Capacitación	Obtener planos del terreno durante la elaboración de mapas; asigne rápidamente las clases de cobertura terrestre.	Adquirir una sólida comprensión de la apariencia de los tipos de cobertura terrestre en el suelo y en las imágenes
Datos de Validación	Se obtiene más fácilmente suficientes sitios de cobertura terrestre para validación estadística de la evaluación de precisión del mapa	El mejor para la evaluación de precisión del mapa; información detallada sobre bosque, zona arbórea y sitios de vegetación herbácea. Ayuda a que estudiantes y científicos comprendan la apariencia de los tipos de cobertura tanto a nivel de terreno como a nivel de imágenes por satélite.

Las siguientes definiciones resultarán de utilidad para comprender la diferencia que existe entre los tipos de datos recopilados y los métodos para recabar dichos datos.

Datos de Capacitación: Son los datos de cobertura terrestre recopilados en los Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre, para ayudar a identificar o nominar los grupos desconocidos de clasificación no supervisada de la imagen MT y/o ayudar en la interpretación manual de las imágenes MT. Estos datos pueden recopilarse empleando métodos de recolección de datos cualitativos o cuantitativos. Los datos de capacitación *nunca* deben utilizarse para evaluar la precisión del mapa ya que han sido utilizados en el proceso de capacitación y no se puede utilizar los mismos datos para entrenar y también para validar sus resultados.

Datos de Validación: Son los datos sobre cobertura terrestre recogidos en Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre para evaluar la precisión del mapa de clasificación generado mediante la interpretación manual o la clasificación no supervisada de su escena MT local. Dichos datos pueden recogerse mediante métodos de recolección cualitativa o cuantitativa de datos (es preferible que sea cuantitativa en medida de lo posible). Recoja tantas muestras como le sea posible para cada tipo de cobertura terrestre presente en el mapa ya que es necesario contar con muchas muestras a lo largo del proceso completo de evaluación de la precisión. Dichos datos serán utilizados *únicamente* para fines de evaluación de la precisión.

Datos Cualitativos: En GLOBE, la observación cualitativa de cobertura terrestre en el Sitio de Muestreo precisa únicamente de 3 componentes: (1) determinación de latitud, longitud, y elevación del sitio utilizando GPS, (2) definición de la clase MUC utilizando las observaciones de los estudiantes en el sitio, y (3) tomar fotografías en los cuatro puntos *cardinales* (es decir, norte, sur, este y oeste). Esta serie abreviada de datos sobre la cobertura terrestre podrá utilizarse *ya sea* para capacitación o para validación de sitios. Los datos cualitativos resultan útiles, especialmente cuando se aprende en primera instancia qué tipos de cobertura terrestre existen en su área y cómo correlacionar el aspecto de la cobertura terrestre en el terreno real con respecto a su apreciación en imágenes MT.

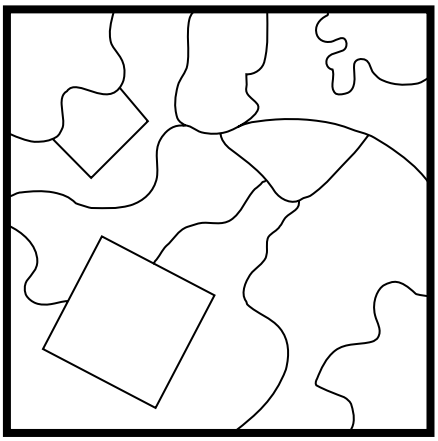
Datos Cuantitativos: Las mediciones cuantitativas de la cobertura terrestre se hacen posible únicamente para clases de cobertura terrestre para las cuales GLOBE cuenta en la actualidad con Protocolos Biométricos (es decir, bosques nativos o zonas forestadas o vegetación herbácea). Además de las observaciones efectuadas en los Sitios de Muestreo Cualitativo de la Cobertura Terrestre, en los sitios de Muestreo Cuantitativo de la Cobertura Terrestre, los estudiantes toman las medidas especificadas dentro del protocolo biométrico. Estos datos se recogen principalmente para validar los mapas generados por imágenes de satélite. Las mediciones biométricas adicionales proporcionan a los estudiantes y científicos una mayor comprensión de los sitios de bosques, zonas forestadas y aquellas que tienen vegetación herbácea.

El Proceso de Evaluación del Mapeo y Precisión

La Figura CT-P-4 ilustra los pasos lógicos involucrados en la producción de un mapa de cobertura terrestre y en la evaluación de su precisión. Se lo anima para que comience a recopilar datos sobre los sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre antes de que inicie este proceso de elaboración de mapas. Las observaciones de los estudiantes en cuanto a sitios individuales resultan valiosas debido a que los científicos las pueden utilizar para su propia elaboración de mapas de cobertura terrestre.

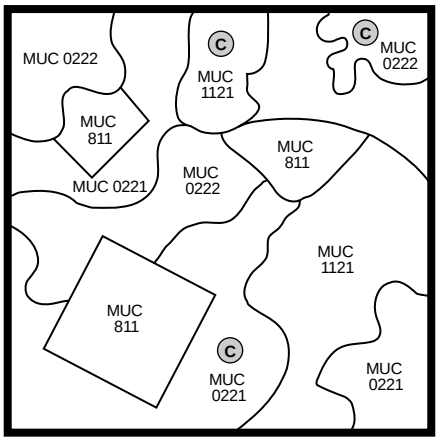
Figura CT-P-4: Diagrama del Proceso de Evaluación de la Precisión

Paso 1: Interpretación Manual o Agrupamiento No Supervisado



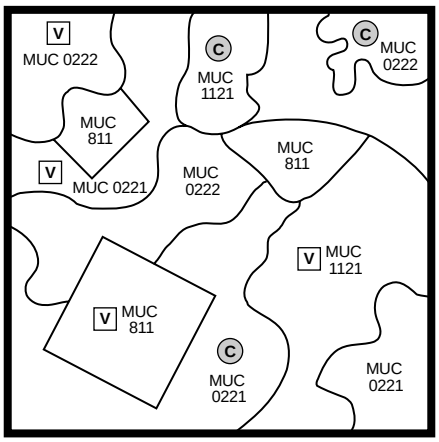
La imagen MT se divide manualmente, o mediante el MultiSpec, en zonas de cobertura terrestre similar

Paso 2: Asignar Clases MUC a las Distintas Zonas ó Agrupaciones



Para cada zona creada por la interpretación manual o agrupación creada mediante la utilización de MultiSpec, asigne un código MUC utilizando el conocimiento de los estudiantes sobre el área y los datos recopilados en los sitios de muestreo de capacitación cualitativo o cuantitativo.

Paso 3: Recolectar Datos de Validación



Una vez que el mapa de cobertura terrestre haya sido preparado, recopile datos de validación en Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre adicionales para evaluar la precisión del mapa así clasificado.

Con el transcurso del tiempo, observe y mida tantos sitios de muestreo de validación como pueda para cada uno de los tipos de cobertura terrestre dentro de su área.

C Muestra de Capacitación

V Muestra de Validación

Figura CT-P-4: Diagrama del Proceso de Evaluación de la Precisión (continuación)

Paso 4: Evaluar la Precisión del Mapa

Datos de Validación

Clasificación del Mapa	0222	0221	1121	811	Total Fila
0222		1			1
0221		1			1
1121			1		1
821				1	1
Total Columna	0	2	1	1	4

Utilizando la matriz de diferencia/error, compare las clases de mapa con las clases de validación de muestras determinadas a partir de sus observaciones y calcule la precisión total.

Clases de MUC

0222 = Principalmente bosque deciduo con árboles siempre verdes que poseen hojas en forma de aguja

0221 = Principalmente bosque deciduo con árboles siempre verdes que poseen hojas anchas

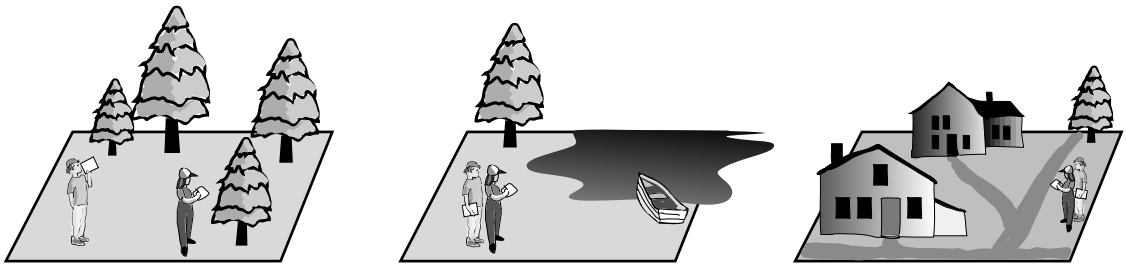
1121 = Principalmente zona arbórea siempre verdes con copas redondeadas y hojas en forma de aguja

811 = Pastizales

Precisión General = (3/4)*100 = 75%

Figura CT-P-5: Colectar Muestras de Cobertura Terrestre de Capacitación y Validación

Colectar Muestras de Cobertura Terrestre de Capacitación y Validación



Consideraciones Especiales

Varios asuntos de administración del tiempo, educativos y de logística deberán tenerse en cuenta al decidir cómo presentar y llevar a cabo los distintos protocolos de Cobertura Terrestre y Biología.

- La información cuantitativa de cobertura terrestre es mucho más útil y ofrece a los estudiantes una visión más completa del proceso de evaluación de la cobertura terrestre.
- La Medición de un Sitio de Muestreo Cuantitativo de Cobertura Terrestre involucra la obtención de cuidadosas mediciones biométricas y, en general, los estudiantes se benefician al practicar tales medidas antes de pasar a estudiar sus sitios de muestreo.
- Virtualmente, todos los Sitios de Estudio GLOBE contienen zonas desarrolladas de cobertura terrestre, y en ellas únicamente los Sitios de Muestreo Cualitativo de Cobertura Terrestre son posibles.
- Si se dispone de un receptor GPS y una cámara, la observación de un Sitio de Muestreo Cualitativo de Cobertura Terrestre puede cumplirse rápidamente.
- Los datos provenientes de múltiples Sitios de Muestreo de Cobertura Terrestre son necesarios a fin de realizar una interpretación manual de todo el Sitio de Estudio GLOBE o para identificar las agrupaciones resultantes de una clasificación no supervisada empleando el MultiSpec. Inclusive más sitios de validación deben colectarse para evaluar la precisión del mapa de cobertura terrestre que ha sido generado, ya sea manualmente o empleando el MultiSpec.
- Los colegios deben recopilar tantos sitios de muestra como sea posible para cada tipo de cobertura terrestre presente en sus mapas de cobertura terrestre, debido a que se necesitan muchas muestras en el proceso de evaluación de la precisión; todos los sitios colectados en varios años y por diferentes clases del colegio, o aún por colegios vecinos, podrán ser utilizados.
- Los datos de validación deberán ser independientes de los datos recopilados para capacitación; no resulta apropiado utilizar los mismos datos tanto para capacitación como para validación, debido a que esto podría sesgar los resultados. Por lo tanto, cualquier dato que se recopile y utilice para fines de capacitación deberá constar por separado y únicamente se utilizarán otras muestras para validación.

Cerciórese de hacer notar la diferencia entre sitios con vegetación natural y sitios con áreas cultivadas. Los Sitios de Muestreo Cualitativo de la Cobertura Terrestre pueden utilizarse para todo tipo de cobertura en general. Al momento, los Sitios de Muestreo Cuantitativo de Cobertura Terrestre pueden recopilarse únicamente para las clases MUC 0, 1 y 4.